

Aus: Strahlenklinik und -institut im Klinikum Steglitz
der Freien Universität Berlin

Leiter: Professor Dr. med. Heinz Oeser

Über die Darstellung und diagnostische Verwertung des Vacuum-Phänomens am Hüftgelenk

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Jörg Preussler
aus Berlin

1973

Aus: Strahlenklinik und -institut im Klinikum Steglitz
der Freien Universität Berlin

Leiter: Professor Dr. med. Heinz Oeser

Über die Darstellung und diagnostische Verwertung des Vacuum-Phänomens am Hüftgelenk

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

an den Medizinischen Fachbereichen

der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Jörg Preussler
aus Berlin

Referent: Professor Dr. med. Heinz Oeser

Korreferent: Professor Dr. med. Günter Friedebold



Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fachbereiche
der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 16. Februar 1973

In Dankbarkeit meinen Eltern
und meiner Ehefrau gewidmet

Inhalt

	Seite
I. Einleitung	3
II. Fragestellung	10
III. Methodik	
1. Die anatomisch-physiologischen Verhältnisse am Hüftgelenk	11
2. Untersuchungsvorgang	12
3. Die Einteilung der untersuchten Personen.	15
IV. Ergebnisse	17
Vergleich der Gruppen untereinander	23
V. Diskussion	
1. Das Substrat der Aufhellung	26
2. Anatomische Voraussetzungen für die Erzielung und Auswertung des Vacuum-Phänomens	28
3. Diagnostische Bedeutung des Vacuum-Phänomens.	30
VI. Zusammenfassung	35
VII. Tabellen	37
VIII. Abbildungen	41
IX. Literaturverzeichnis	46



Digitized by the Internet Archive
in 2026

I. Einleitung

Als Gelenkspalt wird bei der Beurteilung der Röntgenaufnahme eines Gelenkes der Abstand der durch das Gelenk verbundenen Knochen bezeichnet. Dieser "Spalt" oder "Raum", der nur dadurch röntgenologisch zur Darstellung kommt, weil er von Gelenkteilen mit verminderter Strahlenabsorption erfüllt ist, entspricht keineswegs dem reellen, dem anatomischen Gelenkspalt. Jener lässt sich in der Regel nicht darstellen, da der Absorptionsunterschied des die Gelenkflächen und damit den reellen Gelenkspalt bildenden Knorpels zu den umgebenden Weichteilen und der Synovialflüssigkeit zu gering ist, um daraus einen diagnostischen Nutzen ziehen zu können. Zudem wäre auch der anatomische Gelenkspalt auf dem Röntgenbild schon deshalb nicht zu erkennen, da er nur einen kapillären Spalt bildet, analog dem Spalt zwischen Pleura visceralis und Pleura parietalis (Kliemann)¹³. Wie dort ist der äussere Luftdruck bzw. der im Spalt herrschende Unterdruck daran beteiligt, dass die von Muskeln und Bändern gehaltenen Gelenkflächen auch im unbelasteten Zustand fest aufeinandergepresst sind.

Schon in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts hatten die Gebrüder Weber²⁹ auf die Rolle des Luftdrucks beim Zusammenhalt der Gelenke hingewiesen, wie der Anatom R. Fick⁷ in seinem Werk: "Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke" 1910 mitteilte. Seine Mitarbeiter versuchten unter dem Röntgenschild durch Zug Gelenkspalten gegen den äusseren Luftdruck und gegen die Elastizität der Bänder und Muskeln zu erweitern, wobei sie eine Aufhellung zwischen den Knorpelflächen beobachteten. Besonders deutlich war dieses Phänomen an den Fingergelenken nachzuweisen, in denen bei Zugeinwirkung der Aufhellungsstreifen gleichzeitig mit dem bekannten "Fingerknacken" auftrat.

Als Erklärung gab Fick an, dass sich bei derartigem Ziehen in dem sich verbreiternden Gelenkspalt ein stärkerer Unterdruck bildet, der vermutlich eine Freisetzung von Wasserdampf - also von einem gasförmigen Medium - verursacht.

Es war also erstmals gelungen, den reellen Gelenkspalt und damit auch die Randschatten der sonst eng aufeinanderliegenden Knorpelflächen röntgenologisch bei einem intakten Gelenk darzustellen, ohne dass irgendein Medium von aussen injiziert werden musste.

Die erwähnte Arbeit scheint von den Röntgenologen, die sich um 1930 mit der Frage des spontanen Auftretens des wirklichen Gelenkspaltes auf dem Röntgenbild beschäftigten, übersehen worden zu sein, da in deren Veröffentlichungen zu diesem Thema nie ein durch Unterdruck hervorgerufenen, gasförmiges Medium als Ursache für die gelegentliche, spontane Darstellung des wirklichen Gelenkspaltes eines unverletzten Gelenkes angegeben wurde.

T. Dale³ beschrieb im Jahre 1930 Veränderungen an der Symphyse schwangerer Frauen vor allem am Ende der Gravidität und gab an, hier eine spaltförmige Aufhellung im Symphysenknorpel beobachtet zu haben, die wie Magnusson¹⁹ 1937 fand, wahrscheinlich derselben Natur war, wie die später beobachteten wirklichen Gelenkspalten.

1932 teilte Dittmar⁴ mit, dass er bei Röntgenaufnahmen von Kniegelenken in einzelnen Fällen den reellen Gelenkspalt und den medialen Meniskus auf dem Röntgenbild habe beobachten können, ohne Kontrastmittel anzuwenden. Bei Kindern war dieses Phänomen auch bei nichtpathologischen Kniegelenken wahrzunehmen, bei Erwachsenen nur bei krankhaften Veränderungen. Auf den a. p. Aufnahmen beobachtete der Autor eine streifenförmige Aufhellung im Gelenk, die sich medial

aufteilte und ein keilförmiges Gebiet einschloss, das offenbar dem Meniskus entsprach.

Dieses Bild bot sich nur in denjenigen Fällen, bei denen man während der Aufnahme eine Kraft einwirken liess, die eine leichte passive Lageveränderung im Sinne einer Valgusstellung im Kniegelenk bewirkte. Dittmar gab keine Erklärung für das Auftreten dieses reellen Gelenkspaltes an, sondern begnügte sich mit der Feststellung, dass man in einzelnen Fällen und bei Anwendung oben erwähnter Technik den Meniskus auf dem Röntgenbild ohne Einspritzung von Kontrastmitteln sichtbar machen kann.

1933 publizierte v. Pannewitz²⁴ einige Fälle, bei denen er den wahren Gelenkspalt beobachtete. Die Tatsache, dass in allen seinen Fällen Arthrosis deformans vorlag, verleitete ihn zu dem Schluss, dass bei diesem Leiden eine eventuell vorliegende Zunahme der Dichte des Knorpels die Grundlage für die auf den Röntgenbildern sichtbaren Veränderungen bildet. Grashey¹⁰ indessen teilte im gleichen Jahr mit, dass er den reellen Gelenkspalt auch bei völlig normalen kindlichen Hand- und Schultergelenken beobachtet hätte. Mardersteig¹⁹ beobachtete 1935 eine gelegentliche Aufhellung in den Zwischenwirbelscheiben.

Die publizierten Fälle von meist spontanen Darstellungen von intraarticulären Aufhellungen veranlassten 1936 Hippe und Hähle¹² an über 3000 Röntgenaufnahmen der grösseren Extremitätengelenke die Häufigkeit spontaner Gelenkspaltdarstellungen nachzuprüfen, die an der Schulter 0,8 % und beim Knie 3,8 % betrug; dies waren ebenfalls meist Fälle von Arthrosis deformans. Beim Hüftgelenk hatten sie indessen dieses Phänomen kein einziges Mal wahrgenommen. Als Widmann und Stecher³⁰ 1936 auf

einer radiologischen Konferenz ähnliche Bilder zeigten, wurde wohl erstmals von Radiologen die Frage diskutiert, ob ein Vorkommen von Gas im Gelenk überhaupt möglich sei, da keiner der Beteiligten bisher ein ähnliches Bild ohne vorausgegangene Gasinjektion gesehen hatte.

Magnusson¹⁸ war 1937 der erste, der sich auf die eingangs erwähnte Arbeit von R. Fick⁷ besann und an Schulter- und Metacarpalgelenken von Kindern durch Ziehen pneumoarthrogrammähnliche reproduzierbare Befunde bekam, denen er allerdings nur theoretische Bedeutung zumass.

Auf ihn bezog sich 1942 Knutson¹⁴, der erstmals die Bezeichnung "Vacuum-Phänomen" gebrauchte, die seitdem allgemein gebräuchlich wurde, wobei gleichzeitig die Ursache, nämlich eine durch Unterdruck verursachte Freisetzung von in der Synovialflüssigkeit gelösten Gasen, anerkannt wurde. In seiner Arbeit "Das Vacuum-Phänomen in den Intervertebralscheiben" zeigte der Autor, dass das Auftreten von Aufhellungen in den Bandscheiben - produziert durch Lordosierung der Wirbelsäule - sogar je nach Ursache (Osteochondrosis, Spondylosis deformans) verschieden lokalisiert, und dass das Phänomen in einigen Fällen vor den röntgenologisch sichtbaren Knochenveränderungen auftrat und somit von diagnostischer Wichtigkeit sei.

Nordheim²² wies auf einen weiteren diagnostischen Wert des Vacuum-Phänomens hin. Der Autor meinte, dass ein Vacuum unmöglich bei Vorliegen eines stärkeren Ergusses zustande kommen könnte. Andererseits könnte man das Fehlen einer Aufhellung bei Zug an einem Gelenk durchaus nicht als Beweis für einen Erguss auffassen, da auch das provozierte Vacuum-Phänomen nur in einer geringen Anzahl von Fällen und dazu noch meist bei arthrotisch veränderten Gelenken auftrat.

Fuiks et al.⁸ gelang es 1950 das Vacuum - Phänomen auch am Hüftgelenk darzustellen. Durch Zug an den Beinen von Kleinkindern oder durch Abduktion und Aussenrotation der Femura von Erwachsenen konnte er in einigen Fällen eine Aufhellung im Gelenkspalt beobachten. Der Autor wies daraufhin, dass im Normalfall Hüftgelenkskopf und -pfanne durch ihre anatomische Form in vielen Bewegungsphasen einen im Verhältnis zu anderen Gelenken aussergewöhnlich grossflächigen Kontakt haben. Durch die oben erwähnte Stellung beim Röntgen wollte er eine möglichst geringe Übereinstimmung der Gelenkflächen erreichen. Die Darstellung des wirklichen Gelenkspaltes und die damit mögliche Beurteilung eines Teiles der Knorpelfläche sollte Unregelmässigkeiten in dieser frühzeitig erkennen lassen. Der reelle Gelenkspalt konnte aber wohl nur in einer geringen Anzahl von Fällen nachgewiesen werden (Zahlen wurden nicht genannt), was den diagnostischen Wert dieses Verfahrens natürlich einschränkt.

Genaue Zahlen, in wievielen Fällen - auch am Normalgelenk - ein Vacuum-Phänomen überhaupt provoziert werden konnte, wurden erstmals 1955 von U. Berwind¹ angegeben. Die Autorin erzielte die Darstellung des wirklichen medialen Kniegelenkspaltes durch passive Valgisierung. Bei 61 - in den meisten Fällen gesunden - Probanden von 8 bis 72 Jahren gelang es ihr nur in 5 Fällen, eine Aufhellung im Gelenkspalt zu erzielen. Dabei handelte es sich auffallenderweise um einen ausgesprochenen Astheniker, drei Leptosomen und ein Kind, bei denen gleichzeitig mit dem Auftreten des realen Gelenkspaltes eine Erweiterung des "röntgenologischen" Spaltes nachgewiesen werden konnte, was beim gestreckten Knie natürlich einen relativ lockeren Bandapparat voraussetzt.

1959 berichtete Seyss²⁶, dass er bei zwei erwachsenen Patienten ein Vacuum - Phänomen am Hüftgelenk beobachtet hatte. Die Aufhellungen zeigten sich spontan als die untersuchten Hüftgelenke in Lauenstein-Stellung geröntgt wurden. Ähnlich wie vor ihm Fuiks sah er als Ursache eine bei dieser Stellung bestehende Inkongruenz zwischen Pfannen- und Kopfrundung an, wodurch der Gelenkspalt etwas zum Klaffen gebracht wurde. Gyarmati et al. fand 1968 einige Male ein Vacuum-Phänomen in kindlichen Hüftgelenken, die er in Lorenz-Stellung geröntgt hatte. Die Aufhellungen stellten sich vor allem in dysplastischen Hüftgelenken dar, was der Autor mit dem bei der Hüftgelenksdysplasie bestehenden, lockeren Bandapparat erklärte.

Die Mitteilungen über das Vacuum-Phänomen in grösseren Gelenken beschränkten sich bis 1970 meist auf gelegentliche Beobachtungen spontaner Aufhellungen. Bis dahin gelang es nur bei Kindern ein Vacuum-Phänomen bei einer grösseren Probandenzahl zu provozieren. Bei Erwachsenen stellten die starken Kräfte, die in der Regel zur Distraction der grösseren Körpergelenke erforderlich sind, ein wesentliches Hindernis zur Provokation des Vacuum-Phänomens dar.

Martel et al.²⁰ gelang es aber 1970 überraschenderweise an den Hüftgelenken bei der Mehrzahl seiner Probanden ein Vacuum-Phänomen zu demonstrieren. Von 51 normalen, von dem Autor untersuchten Hüftgelenken zeigten 45 unter Zug zugleich mit einer Erweiterung des röntgenologischen Gelenkspaltes ein Vacuum-Phänomen. Bei den 6 übrigen Hüften wurde weder eine Aufhellung noch eine Erweiterung registriert. Von insgesamt 24 pathologisch veränderten Hüftgelenken wiesen 8 eine Erweiterung mit Darstellung des reellen Gelenkspaltes auf, in 6 Fällen wurde keine Reaktion auf den Zug gesehen, während im Gegensatz zu den normalen

Probanden bei den restlichen 10 Hüftgelenken eine Erweiterung ohne das Auftreten eines Vacuum-Phänomens registriert wurde. Diese Beobachtung veranlasst den Autor zu dem Schluss, dass bei den letztgenannten Fällen ein Gelenkerguss vorliegen müsse, der bei Erweiterung des Gelenkspaltes durch Zug an den Beinen von den Seiten her nachfließt.

II. Fragestellung

Für die vorliegende Untersuchung waren folgende Fragen zu beantworten:

- a) Welche Erklärung kann für die Natur des Vacuum-Phänomens am Hüftgelenk gegeben werden?
- b) Mit welcher Aufnahmetechnik und in wieviel Prozent der Fälle lässt sich ein Vacuum-Phänomen am Hüftgelenk des Erwachsenen erzielen?
- c) Ist die Darstellbarkeit des Vacuum-Phänomens abhängig vom Alter oder von Coxopathien?
- d) Welche diagnostische Bedeutung ergibt sich aus der durch das Vacuum-Phänomen eventuell möglichen Beurteilung der Knorpeloberfläche?

III. Methodik

1. Die anatomisch-physiologischen Verhältnisse am Hüftgelenk.

Im Hüftgelenk als einer Enarthrosis gleiten zwei Kugel-segmente aufeinander. Der Femurkopf stellt seiner Gestalt nach zwei Drittel einer Kugeloberfläche dar und weist in der Mitte seiner medialen Fläche eine kleine Furche - die Fovea - auf, in der das Ligamentum capitis femoris inseriert. Der Kopf ist in die Pfanne eingelassen, die in ihrem knöchernen Anteil lediglich einem Drittel der Kugeloberfläche entspricht und diese nur an der dorsalen und kranialen Seite bedeckt. An der Vorderseite bilden Ligamente und der Psoas eine kräftige Hülle. Die Gelenkflächen von Kopf und Pfanne sind aber keineswegs immer vollständig einander angepasst und konzentrisch. Kleine Unstimmigkeiten im Krümmungsverlauf sind häufig zu beobachten, ohne dass man ihnen eine pathologische Bedeutung zumessen könnte.

Im Ruhestand wird auf das Hüftgelenk eines liegenden Menschen eine ständige muskuläre Kraft ausgeübt, die durch den Tonus der pericoxalen und femoralen Muskeln hervorgerufen wird. Oft ist der Tonus dieser Muskelgruppen bei Coxopathien im Sinne einer Kontraktur so sehr erhöht, dass eine "temporäre Hängehüfte" nach Voss¹⁶ zur Entlastung des Hüftgelenkes sinnvoll erscheint.

Das zweite Hindernis, das einer völligen Luxation des Hüftgelenkkopfes aus der Pfanne Widerstand entgegensetzt, wird von den Bändern des Hüftgelenkes gebildet, von denen eines, das Ligamentum Iliofemorale, als stärkstes Band des Körpers eine Zugfestigkeit von ca. 300 kg besitzt. Die Bänder

allein lassen aber beim Jugendlichen eine Subluxation von mehr als 10 mm Gelenkspaltverbreiterung zu. Beim älteren Menschen wird dieser Spielraum kleiner, ebenso bei den meisten Erkrankungen des Hüftgelenkes. Besonders stark schrumpft die Kapsel bei der Kapsulitis² des Hüftgelenkes. In diesem Fall beträgt das durch die Einspritzung von Kontrastmittel festgestellte Lumen der Gelenkhöhle 5 ml statt 15 ml im Normalfall.

Die dritte und kleinste auf das ruhende Gelenk wirkende Kraft, die aber das Vacuum-Phänomen erst ermöglicht, ist der äussere Luftdruck. Die Flächenausdehnung der Facies lunata misst etwa 16 cm^2 . Dementsprechend beträgt der auf dem Hüftgelenk lastende Luftdruck ca. 16 kg (1 kg/cm^2). Da das Gewicht des Beines 9 - 10 kg beträgt, kann der Luftdruck, wie die Brüder Weber²⁹ 1838 zuerst gezeigt haben, auch nach Durchschneiden aller Hüftmuskeln den Kopf fest in der Pfanne halten.

2. Untersuchungsvorgang

Wie oben erwähnt, ist es Martel et al²⁰ 1970 als erstem gelungen, ein Vacuum-Phänomen bei einem grösseren Teil der untersuchten Hüftgelenke zu provozieren. Martel gibt in seiner Arbeit zur angewandten Technik an, dass für ca. 10 Sekunden (vor, während und nach der Röntgenaufnahme) mit einer Kraft von 30 bis 50 pounds (ca. 13 bis 23 kg) von Hand an jedem Bein des Probanden in Längsrichtung nach caudal gezogen wurde. Der Proband hielt sich dabei entweder an Griffen des waagerecht liegenden Röntgentisches fest oder wurde von einer Hilfsperson unter den Armen festgehalten. Die Aufnahme erfolgte a. p. in Rückenlage des Probanden.

Eigene Technik:

Wie bereits erwähnt, bildet beim Versuch, den Gelenkspalt durch Zug zu erweitern, der Muskeltonus den grössten Widerstand. Um diesen Tonus gering zu halten, ist eine völlig entspannte Lage des Probanden erforderlich. Ebenso sollte der Zug über eine möglichst kurze Körperstrecke wirken, um Missempfindungen, die zur Verspannung führen, auszuschliessen. Deshalb wurde nach eigenem Entwurf eine Vorrichtung gebaut, die den zu Untersuchenden in hinreichend bequemer Lage festhielt und dabei die Aufnahmen nicht behinderte. Dieser Apparat⁺ kann einfach auf den Röntgentisch gelegt werden. Er wird von zwei Griffen an beiden Seiten des Tisches gehalten. Der senkrecht stehende Teil der Vorrichtung kann gut gepolstert werden; auf ihm reitet der Proband ähnlich wie auf einem Extensionstisch in der Knochenchirurgie. Am vorteilhaftesten wäre es gewesen, wenn der Zug direkt am Oberschenkel, z. B. an den Femurkondylen hätte angesetzt werden können. (Martel gab nicht an, an welchem Teil des Beines er zog). Versuche, einen für die erforderliche Zugkraft sicheren Halt direkt von Hand oder mittels oberhalb der Femurkondylen angelegten Ledermanschetten zu finden, schlugen fehl. So wurde eine gepolsterte Ledermanschette, die oberhalb des Sprunggelenkes angelegt wurde, verwendet. An den an ihr angebrachten Bändern wurde entweder direkt oder mit Zwischenschaltung einer Federwaage zur Messung der erforderlichen Kraft gezogen. Der Zug wurde in Längsrichtung bei Einhaltung einer Aussenrotation des Beines von ca. 30° von Hand ausgeübt. Bei der damit vergleichbaren, aufrechten Haltung des Menschen ist zwar schon fast eine Extremstellung im Hüftgelenk erreicht - das Lig. iliofemorale lässt nur noch eine weitere Retroversion von ca. 13° zu - aber die Mittellage, die bei Beugung, Abduktion und Aussen-

+ Abb. Nr. 1

rotation erreicht ist und bei der die umgebenden Bänder am meisten entspannt sind, lässt sich nur schwierig auf dem Röntgentisch einstellen, und der Proband könnte für diese Zugrichtung wohl kaum fixiert werden.

Dem Hinweis Martels²⁰, dass er für 10 Sekunden vor, während und nach der Röntgenaufnahme zog, ist wohl zu entnehmen, dass er auf einem normalen Röntgentisch ohne Bildwandlerkontrolle arbeitete. Da mir nicht sicher schien, ob auf diese Weise der optimale Augenblick zur Aufnahme ausgenützt werden würde, wollte ich nicht auf die Hilfe eines Bildwandlers verzichten. Als Arbeitsplatz wählte ich daher ein Durchleuchtungsgerät, auf dem bei Rückenlage des Probanden die Strahlenrichtung posterior - anterior verläuft. Dies schien mir aber ohne Bedeutung, da die Vergleichsaufnahmen in entspannter Lage - es wurde lediglich auf die Einhaltung der gleichen Aussenrotation geachtet - in der gleichen Stellung des zu Untersuchenden angefertigt wurden. Ein weiterer Vorteil der Durchleuchtungskontrolle ist durch die Möglichkeit des engen Einblendens zur Erhaltung optimaler Aufnahmen gegeben. Dem am Schluss seiner Arbeit erwähnten Hinweis Martels, dass die Anwendung eines Muskelrelaxans diese Untersuchungstechnik eventuell erleichtern würde, sollte nachgegangen werden. Er empfahl Methocarbamol, wandte es jedoch nicht an.

Methocarbamol gehört zu einer Gruppe von zentral im Rückenmark durch Reflexhemmung wirkenden Muskelrelaxantien, die eine auch zeitweilig bei Operationen verwendete Herabsetzung des Muskeltonus bewirken, ohne die Atmung wesentlich zu beeinflussen. Nachteilig ist bei vielen Substanzen dieser Gruppe die mögliche Venenschädigung und Hämolyse bei parenteraler Zufuhr. Bei Guajakolglyzerinäther (MY 301^R) ist diese Gefahr nicht gegeben.

Diese mit Methocarbamol verwandte Substanz zeichnet sich auch durch eine grosse Eliminationsgeschwindigkeit aus, die bei seiner üblichen Verwendung als Narkoseadjuvans nachteilig, aber für eine ambulante Untersuchung eher vorteilhaft ist^{9, 15}. 10 ml der 20 %igen Lösung von Guajakolglyzerinäther wurde 10 Minuten vor der Extension den Versuchspersonen i. v. injiziert und dann die erforderliche Zugkraft zur Erzielung eines Vacuum-Phänomens gemessen, nachdem die dazu notwendige Kraft ohne medikamentöse Beeinflussung vorher bei der gleichen Person ermittelt wurde.

3. Die Einteilung der untersuchten Personen

Drei Personengruppen wurden untersucht.

Die erste Gruppe wurde von jüngeren, erwachsenen Probanden mit einem Durchschnittsalter von 29 Jahren gebildet, die alle noch nie über Hüftbeschwerden geklagt hatten und deren Hüftgelenke im Röntgenübersichtsbild keinen krankhaften Befund zeigten. Die Auswahl erfolgte zufällig, ohne auf die gleichmässige Beteiligung aller Konstitutionstypen zu achten; gleichwohl waren alle in dieser Gruppe vertreten. Es wurden in allen Fällen beide Hüftgelenke im Ruhezustand und unter Zugeinwirkung geröntgt. Bei drei Probanden dieser Gruppe wurde die Messung der zur Erscheinung des Vacuum-Phänomens erforderlichen Zugkraft nach i. v. Applikation von 10 ml einer 20 %igen Lösung von Guajakolglyzerinäther wiederholt.

Die zweite Gruppe bestand aus über 65-jährigen Personen, die weder über Hüftbeschwerden klagten, noch auf der Röntgenübersichtsaufnahme stärkere Anzeichen für eine Coxarthrose boten, als es ihrem fortgeschrittenen Alter entsprach.

In den dritten Gruppe waren Patienten mit deutlichen Beschwerden in einem oder beiden Hüftgelenken vertreten. Meistens, aber nicht immer zeigten sich bei diesen Patienten entsprechende Veränderungen im Röntgenbild. Eine willkürliche Altersgrenze wurde für diese Gruppe nicht gezogen; die Patienten waren aber zumeist im höheren Alter. Die Auswahl der zu Untersuchenden wurde insofern beeinflusst, als dass vermieden wurde, Patienten mit völliger Ankylosierung der Hüftgelenke auszusuchen.

IV. Ergebnisse

Die folgenden Tabellen geben eine Zusammenfassung von Alter, Geschlecht und evtl. die Aufnahmen beeinflussenden Besonderheiten der Probanden. Es wurde in jedem Fall der röntgenologische Gelenkspalt vor und während der Extension gemessen, und die Erweiterung des Gelenkspaltes durch Subtraktion dieser Distanzen ermittelt. Die Messung erfolgte senkrecht zu den waagerechten Tangenten an den Randschatten der knöchernen Anteile von Kopf und Pfanne. Falls durch ein hervorgerufenen Vacuum-Phänomen der Randschatten des Kopfkorpels sichtbar wurde, ist die Dicke des Knorpels ebenfalls in der Tabelle vermerkt.

Alle angegebenen Längenmasse stellen natürlich nicht die anatomischen Masse dar, sondern beziehen sich auf ihre Projektion auf die Röntgenplatte. Die durch die Projektion bedingten Differenzen bei Personen verschiedenen Körpervolumens sind aber bei der p. a. Projektion, bei der das Hüftgelenk bei anliegender Platte filmnäher liegt als bei der a. p. Aufnahme, sehr klein und brauchen deshalb nicht berücksichtigt zu werden.

Die angewandte Zugkraft ist bei Personen, bei denen eine Federwaage benutzt wurde, angegeben, ebenso die Kraft, die man bei drei Probanden nach Injektion des Muskelrelaxans benötigte.

Die erste Gruppe⁺ - die jüngeren Normalpersonen - bestand aus 15 Probanden, von denen 5 weiblichen und 10 männlichen Geschlechts waren. Bei 5 Personen wurde die angewandte Zugkraft mittels einer Federwaage gemessen, bei 3 von ihnen wurde diese Messung nach i. v. Applikation von 10 ml 20 %igen Guajakolglyzerinäther wiederholt.

Das Durchschnittsalter der ganzen Gruppe betrug 29 Jahre, bei einer Altersverteilung zwischen 23 und 34 Jahren.

Die bei den 30 Hüftgelenken gemessene, röntgenologische Spaltbreite betrug zwischen 4 und 5 mm (Mittelwert 4,7 mm).

Eine Verbreiterung dieses Spaltes unter Zugeinwirkung konnte bei 25 von diesen 30 Gelenken nachgewiesen werden. Dabei kam es immer zu einer Aufhellung im Gelenkspalt (Vacuum-Phänomen) mit deutlicher Darstellung des Randschattens des Femurkopfkorpels, der sich in jedem dieser Fälle als eine glatte, gleichmässig gebogene Linie zeigte.

Bei den 25 Hüftgelenken, bei denen eine Distraction erreicht wurde, war eine Erweiterung des Gelenkspaltes zwischen 2 und 12 mm⁺⁺ messbar (Mittelwert 5,3 mm).

Die Knorpeldicke - wenn durch Vacuum-Phänomen messbar - betrug zwischen 2 und 3 mm (Mittelwert 2,4 mm).

+ Tabelle 1

++ Abb. Nr. 2

Die in 10 Fällen gemessene Zugkraft betrug bei den 8 Hüftgelenken, bei denen eine Distraction erreicht wurde, zwischen 25 und 50 kp, im Mittel 36,25 kp. Bei den zwei restlichen Fällen, die keine Spalterweiterung zeigten, wurde der Versuch bei Werten zwischen 60 und 70 kp abgebrochen.

An 6 Gelenken der letztgenannten Untergruppe wurde der Versuch wiederholt, nachdem 10 Minuten vorher 10 ml des oben angeführten Muskelrelaxans i. v. verabreicht wurde. Die benötigte Zugkraft war etwas geringer, die Differenz betrug durchschnittlich 3 kp. Bei dem Hüftgelenk allerdings, das vorher keine Erweiterung des röntgenologischen Spaltes zeigte, konnte auch nach Gabe des Muskelrelaxans kein besseres Ergebnis erzielt werden.

Die zweite Gruppe⁺ - die älteren Probanden ohne Beschwerden in den Hüftgelenken - bestand ebenfalls aus 15 Personen, von denen 7 weiblichen und 8 männlichen Geschlechtes waren. Hier wurde auch wieder bei 5 Probanden die angewandte Zugkraft gemessen, ein Muskelrelaxant wurde jedoch nicht verabreicht.

Das Durchschnittsalter der Gruppe betrug 73 Jahre, bei einer Altersverteilung zwischen 67 und 85 Jahren.

Die bei den 30 Hüftgelenken gemessene röntgenologische Spaltbreite betrug zwischen 4 und 7 mm (Mittelwert 5,3 mm).

Eine Verbreiterung dieses Spaltes unter Zugeinwirkung konnte bei 21 von diesen 30 Gelenken nachgewiesen werden. Dabei kam es immer zu einer Aufhellung, auch wenn die Erweiterung weniger als 1 mm betrug. Die dargestellten Randschatten der Femurkopfknochen waren weniger gleichmässig gebogen, zeigten aber keine deutlich wahrnehmbaren Knorpeldestruktionen.

Bei den 21 Hüftgelenken, bei denen eine Distraction erreicht wurde, war eine Erweiterung des Gelenkspaltes zwischen unter 1 mm und 11 mm messbar (Mittelwert ca. 3,5 mm).

Die Knorpeldicke - wenn durch Vacuum-Phänomen messbar - betrug zwischen 2 und 4 mm (Mittelwert 2,8 mm).

Die in 10 Fällen gemessene Zugkraft betrug bei den 8 Hüftgelenken, bei denen eine Distraction erreicht wurde, zwischen 30 und 50 kp, im Mittel 42 kp. Bei den zwei restlichen Fällen, die keine Spalterweiterung zeigten, wurde der Versuch bei 70 kp abgebrochen.

+ Tabelle 2

Die dritte Gruppe⁺ bestand aus 12 Patienten mit Beschwerden in meistens beiden Hüftgelenken, von denen 6 weiblichen und 6 männlichen Geschlechts waren.

Das Durchschnittsalter der ganzen Gruppe betrug 64 Jahre, bei einer Altersverteilung zwischen 34 und 73 Jahren.

Die bei den 24 Hüftgelenken gemessene röntgenologische Spaltbreite betrug zwischen 1 und 6 mm (Mittelwert 3,8 mm).

Eine deutliche Verbreiterung (21 mm) dieses Spaltes unter Zugeinwirkung konnte bei 16 von diesen 24 Gelenken nachgewiesen werden. Dabei kam es nur in 14 Fällen zu einer Aufhellung, die übrigen zwei Gelenke zeigten kein Vacuum-Phänomen, obwohl dort die Erweiterung mindestens 2 mm betrug.

Bei den 16 Hüftgelenken, bei denen eine Distraction erreicht wurde, war eine Erweiterung des Gelenkspaltes zwischen unter 1 mm und 7 mm messbar (Mittelwert ca. 2,8 mm).

Die Knorpeldicke - wenn durch Vacuum-Phänomen messbar - betrug zwischen 0 und 3 mm (Mittelwert 2,2 mm).

Da die Ergebnisse der letzten Gruppe jeweils das beste Resultat von mehreren Versuchen darstellen - im Gegensatz zu den ersten beiden Gruppen, bei denen immer das erste Ergebnis verwendet wurde -, wurde auf die Angaben der zur Extension benötigten Kraft in Tabelle 3 verzichtet, obwohl in den meisten Fällen die Federwaage Verwendung fand.

+ Tabelle 3

Es wurde jedoch wie bei den ersten Gruppen mit einer Kraft bis zu 70 kp gezogen. Die erforderliche Mindestkraft lag dabei nie unter 50 kp.

Vergleich der Gruppen untereinander

Von der überwiegenden Mehrzahl der Probanden wurde die Untersuchung schlimmstenfalls als unangenehm, aber nicht als schmerzhaft empfunden. Klagten die zu Untersuchenden über Schmerzen, so traten diese nie im Hüftgelenk auf, sondern meist an drei Stellen: An der Symphyse, an der Anlagestelle der Ledermanschette und im Kniegelenk. Die ersten beiden Beschwerdepunkte konnten durch bessere Lagerung bzw. Polsterung fast immer behoben werden. Schmerzen im Kniegelenk traten nur bei Probanden auf, die unabhängig von eventuellen degenerativen Veränderungen im Hüftgelenk noch solche in den Kniegelenken aufwiesen. Nur in 2 Fällen der zweiten Gruppe musste der Versuch vor Erreichen von ca. 70 kp Zugkraft abgebrochen werden, ohne dass es zu einer Erweiterung des Gelenkspaltes kam, da die Probanden stärkere Schmerzen verspürten (Tabelle 2, Nr. 9 und 14).

Die gemessenen Werte sind in Tabelle 4 zum Vergleich gegenübergestellt.

Wie zu erwarten, war die Breite des röntgenologischen Gelenkspaltes bei der Gruppe mit Hüftgelenksbeschwerden am geringsten und wies dort auch die grösste Verteilung auf.

Eine Erweiterung des Gelenkspaltes wurde bei den jüngeren Probanden am häufigsten erzielt und bei den Patienten mit Coxopathien am wenigsten, aber auch dort noch in 2/3 der Fälle erreicht.

Eine wesentliche Distraction (≥ 1 mm) ohne gleichzeitig auftretendes Vacuum-Phänomen kam nur in der letzten Gruppe vor (2 mal)⁺.

Die Mittelwerte der gemessenen Gelenkspaltverbreiterung unter Zug nahmen von Gruppe zu Gruppe ab und betrugen in der letzten mit 2,8 mm fast die Hälfte von dem bei der ersten Gruppe mit 5,3 mm errechneten. Gleichzeitig nahm die Verteilungsbreite ab.

Wie zu erwarten, betrug die durchschnittliche Knorpeldicke - bei gleichzeitig grosser Verteilungsbreite - bei den Patienten mit Coxarthrosen am wenigsten. Die Hüftgelenke der älteren Normalpersonen wiesen im Durchschnitt sogar grössere Knorpelstärken auf als die der jüngeren Probanden.

Erhebliche Unterschiede zwischen den Gruppen wiesen die zur Distraction erforderlichen Zugkräfte auf. Bei der letzten Gruppe lagen diese Werte mit mindestens 50 bis 70 kp fast an der für einen manuellen Zug möglichen Grenze.

Während die erste Gruppe durchweg glatte Knorpelränder der Femurköpfe zeigte (die Knorpeloberfläche konnte natürlich bei allen Gruppen nur bei eingetretenem Vacuum-Phänomen beurteilt werden), zeigten die älteren im Rahmen des Physiologischen veränderten Gelenke (Gruppe 2) bei insgesamt glatten Begrenzungen oft ungleichmässige Rundungen.

In der letzten Gruppe zeigten sich gelegentlich verschiedene Knorpelveränderungen. Bei einem Patienten stellten sie

+ Abb. Nr. 3

sich als fast bis auf den Knochen reichende, fleckförmige, allerdings schwach sichtbare Aufhellungen dar, bei einem anderen als eine Verdichtung im Knorpel.⁺

Aber sogar bei Patienten mit deutlichen, klassischen Coxarthrosezeichen einschliesslich einer Verschmälerung der röntgenologischen Gelenkspalten, waren die Knorpelüberzüge der Femurköpfe zwar verschmälert, aber glattrandig zu erkennen.⁺⁺

+ Abb. Nr. 4

++ Abb. Nr. 5

V. Diskussion

1. Das Substrat der Aufhellung

Seit Knutson¹⁴ 1942 den Begriff Vacuum-Phänomen erstmals gebrauchte, wird er in der Literatur fast immer verwendet, wenn es sich um eine pneumarthogrammähnliche Darstellung eines abgeschlossenen Gelenkspaltes ohne gleichzeitigen oder vorausgegangenen Gaszutritt von aussen handelt.

Dabei kann natürlich nur ein relatives Vacuum, ein Unterdruck gemeint sein, da der Körper kein hochgradiges oder gar absolutes Vacuum tolerieren würde, und es sich auch kaum im Körper herstellen liesse. Der Begriff relatives Vacuum beinhaltet jedoch eine "Füllung" des Gelenkes mit einem unter Unterdruck stehenden, gasförmigen Medium, das aber im Normalzustand in dieser Form im Gelenk nicht vorliegt. Das Gas muss also durch den Unterdruck aus den umgebenden Geweben und der Synovialflüssigkeit, in denen es vorher in physikalische Lösung vorlag, befreit werden. Über die Zusammensetzung und den Druck der "Gasfüllung" beim Vacuum-Phänomen gibt es in der Literatur keine Angaben, ja es war bis ca. 1940 äusserst umstritten, ob der Körper Gas im Gelenk freisetzen könne. Es wurden für die Aufhellung im Gelenkspalt Fett (Plicae alares)⁴ oder Synovia^{4, 21} verantwortlich gemacht. Das lag zum Teil wahrscheinlich daran, dass viele der Autoren die Aufhellung spontan, d. h. ohne Einwirkung der äusseren Kraft beobachtet hatten. Dass aber ein Unterdruck auch durch körpereigene Kräfte hervorgerufen werden kann, zeigte Oláh²³ besonders eindrucksvoll. Der Autor beobachtete 1971 an der Wirbelsäule eines Bechterew-Kranken

einen durch Prellung verursachten Syndesmophytenbruch, der zu einem keilförmigen Auseinanderweichen der Wirbel an dieser Stelle führte. Die Zwischenwirbelscheibe zeigte an dieser Stelle eine Aufhellung: ein durch Zugeinwirkung hervorgerufenen Vacuum-Phänomen.

Seit 1945 existierte eine quantitative Analyse eines intra-articulären, nicht artefiziellen Gasgemisches, Thomas und Williams²⁸ untersuchten damals Patienten, die bei plötzlichem Luftdruckabfall, z. B. Versagen der Druckkabine eines Flugzeuges in grossen Höhen (vergleichbar mit der Caisson-Krankheit bei der zu schnellen Dekompression eines Tauchers) unter anderem über Gelenkbeschwerden klagten. Im Röntgenbild zeigte sich eine durch plötzliche intraarticuläre Freisetzung der im Gewebe gelösten Gase hervorgerufene Aufhellung. Die Analyse des in diesen Gelenken vorliegenden Gasgemisches ergab Sauerstoff, Kohlendioxyd und Stickstoff in etwa gleichem Mengenverhältnis wie im Plasma des Patienten, in dem diese Gase physikalisch gelöst waren.

Trotz verschiedener äusserer Umstände, die zur "Gasfüllung" beim Vacuum-Phänomen und bei der Caisson-Krankheit führen, lassen sich beide Vorgänge vergleichen. In dem einen Fall entsteht ein intraarticulärer Unterdruck im Verhältnis zum umgebenden Gewebe, in dem anderen ein Überdruck in dem umgebenden Gewebe im Verhältnis zum Gelenkspalt. Das Resultat ist in beiden Fällen das gleiche: Freisetzung von gelösten Gasen in die Gelenkhöhle hinein.

Über die qualitative Zusammensetzung des Substrates, das die Aufhellung bei der Distraction eines Gelenkes verursacht, können also kaum noch Zweifel bestehen: Es sind vorher in Geweben und Flüssigkeiten gelöste Gase und natürlich Wasserdampf, der in der feuchtigkeitsgesättigten Kammer bei Unterdruck sofort entsteht.

2. Anatomische Voraussetzungen für die Erzielung und Auswertung des Vacuum - Phänomens

Wie kein anderes Gelenk ist das Hüftgelenk von Knochen und festem Faserknorpel umgeben (Enarthrosis). Das Labrum acetabulare, das den Femurkopf über seinen Aquator hinaus umschliesst, überbrückt als Ligamentum transversum acetabuli die Incisura acetabuli, so dass ein ventilartiger Abschluss auch in diesem Bereich gegeben ist. Der Femurkopf wird daher bei diesem Gelenk durch Zug aus ihm gezogen wie der Kolben in einem Pumpenzylinder.

Bei anderen lose geführten Gelenken, wie z. B. beim Schultergelenk, besteht diese Kolbenwirkung nicht. Umgebende Weichteile können dort von den Seiten her nachdringen und so einen grösseren Unterdruck gar nicht erst entstehen lassen. Nur wenn die Kapsel straff gespannt wird, z. B. der Arm gegen das Acromion als Hypomochlion dorso - cranialwärts "abgehebelt" wird, kann eine Aufhellung beim Auseinanderweichen der Gelenkflächen beobachtet werden. Diese Aufhellung tritt jedoch im Gegensatz zum Hüftgelenk nicht schon bei kleinstem Auseinanderweichen ein, ausserdem konnte Magnusson¹⁸ sie nur bei Kindern nachweisen, dort allerdings in der Mehrzahl der Fälle.

Beim Kniegelenk lag die Erzielbarkeit des Vacuum-Phänomens bei allen Untersuchern weit unter 10 %, wobei es sich bei diesen Fällen meist um Leptosome¹ oder durch Verletzung gelockerte Bandapparate⁶ handelte. Es wurde bei der beim Kniegelenk meist angewandten Technik (Valgisierung durch seitlichen Zug am Unterschenkel) zwar meist ein Auseinanderweichen des medialen Gelenkspaltes erreicht, aber es lag nie eine sofortige Aufhellung vor. Ein Vacuum-Phänomen stellte sich, wenn überhaupt, erst bei stärkerer Abwinkelung ein, die aber wegen der straffen Bandführung des Kniegelenkes immer an die Grenzen des von den Probanden Erduldbaren führte.¹

Beim Hüftgelenk wurde jedoch bei der vorliegenden Arbeit ein Vacuum-Phänomen bei insgesamt 60 von 84 untersuchten Hüften erzielt, ein Zahlenverhältnis, das nur durch den oben beschriebenen, besonderen Bau des Hüftgelenkes erreicht werden konnte. Es ist somit wahrscheinlich das geeignetste Gelenk zur Produktion eines Vacuum-Phänomens.

Die besondere Form des Gelenkes bedingt aber zugleich einen Nachteil: Zu der Beurteilung der pneumarthrogramm-ähnlichen Bilder kann nur eine Gelenkfläche, nämlich die des Femurkopfes herangezogen werden. Der Randschatten seines Knorpelüberzuges tritt auf dem Röntgenbild scharf hervor, während die knorpelige Auskleidung der Pfanne - die Facies lunata - selbst im günstigsten Fall kaum zu erkennen ist. Dies liegt daran, dass sie konkav gewölbt ist und somit das Pfannendach bei der Röntgenprojektion von ihm selbst und dem umgebenden Knochen überlagert wird. Bei dem Kniegelenk als einem Scharniergelenk gibt es diese

Knochenüberlagerung nicht, seine Gelenkflächen sind wesentlich übersichtlicher im Röntgenbild darzustellen. Dafür verhindert aber die für ein Scharniergelenk notwendige, feste Bandführung normalerweise die für das Vacuum-Phänomen erforderliche Erweiterung des Gelenkspaltes.

3. Diagnostische Bedeutung des Vacuum-Phänomens

Bisher wurde die diagnostische Wertung des Vacuum-Phänomens durch die geringe Frequenz seiner Erzeugbarkeit begrenzt, die eine routinemässige Anwendung ausschliesst. Veröffentlichungen zu diesem Thema stützten sich meist auf gelegentliche Nachweise spontaner Aufhellungen in Gelenken und Symphysen. Solchen Beobachtungen steht ein gewisser diagnostischer Wert zu, da sie auf Veränderungen in den Gelenken und gelenkartigen Verbindungen z. B. in den Zwischenwirbelscheiben¹⁴ oder auf eine Lockerung des Bandapparates z. B. nach veralteter Seitenbandverletzung des Kniegelenkes⁶ schliessen lassen.

Seitdem Martel et al²⁰ 1970 erstmals nachwiesen, dass ausgerechnet am Hüftgelenk, an dem eine spontane Aufhellung besonders selten beobachtet werden konnte, durch stärkeren Zug in der Mehrzahl der Fälle ein Vacuum-Phänomen nachgewiesen werden kann, stellt sich die Frage, ob solche routinemässigen Untersuchungen bei Hüftgelenksbeschwerden eine im Verhältnis zum Aufwand wertvolle, zusätzliche Aussage über die Gelenksbeschaffenheit zulassen.

Technische Voraussetzungen: Die oben beschriebene Vorrichtung zur Fixierung des Patienten auf dem Röntgentisch ist einfach herzustellen. Die zur Distraction benötigte Kraft, die bei vorliegenden Untersuchungen mit 25 bis 70 kp deutlich höher liegt als die von Martel mit 13 bis 23 kp angegebene, könnte bei öfterer Anwendung durch einen Apparat, ähnlich dem zur Knochenchirurgie benötigten Extensions-tisch ausgeübt werden. Insofern wäre das Verfahren in grösserem Masse anwendbar.

Die Distraction am pathologischen Hüftgelenk: Im Gegensatz zu anderen Gelenken ist eine Coxopathie, ob traumatischen, entzündlichen oder degenerativen Ursprungs, fast immer mit einer Kapselschrumpfung und einem erhöhten Tonus der umgebenden Muskulatur, die zusammen die stärkste Muskelgruppe des menschlichen Körpers bildet, verbunden. Zustände, die z. B. einem posttraumatischen "Wackelknie" vergleichbar wären und die eine Distraction erleichtern würden, kann es am Hüftgelenk kaum geben. So wird leider bei der Coxarthrose die Möglichkeit zur Erzielung eines Vacuum-Phänomens stark eingeschränkt und in den Endstadien sogar aufgehoben. Nur bei beginnenden Coxopathien kann man noch den Gelenkspalt bei einer grösseren Patientenzahl erweitern. Erkrankte kindliche Hüftgelenke, die bei der vorliegenden Arbeit nicht mit einbezogen werden konnten, würden sich wahrscheinlich etwas besser zur Distraction eignen. Bei einem durchschnittlichen Patientengut ist jedoch die Ausbeute an durch Gelenkspalterweiterung verwertbaren Röntgenbildern recht gering, wenn auch immer noch viel grösser als bei anderen Gelenken.

Ein von Martel empfohlenes zentrales Muskelrelaxans, das - wenn auch als Derivat - in der vorliegenden Arbeit für diese Untersuchung erstmals angewendet wurde, konnte bei normalen, jugendlichen Versuchspersonen kein wesentlich günstigeres Ergebnis bringen, weshalb es bei anderen Probandengruppen keine Verwendung fand. Eine natürlich wesentlich wirksamere periphere Relaxierung mit Succinylcholin u. ä. verbietet sich natürlich von selbst, solange der Nutzen des ganzen Untersuchungsverfahrens für den Patienten nicht feststeht.

Die diagnostische Aussagekraft: Im Gegensatz zu anderen Gelenken tritt bei Erweiterung des Hüftgelenkspaltes eine Aufhellung sofort auf. Weder von Martel noch in der vorliegenden Arbeit konnte am normalen Hüftgelenk eine Erweiterung ohne Vacuum-Phänomen beobachtet werden. Schon Nordheim²² meinte, dass ein Vacuum-Phänomen unmöglich mit einem stärkeren Erguss vereinbar sei. Dieser Meinung folgend, punktierte Martel ein Hüftgelenk, das bei eingetretener Spalterweiterung kein Vacuum-Phänomen zeigte und gewann 10 ml seröse Flüssigkeit. Bei den in der Tabelle III unter Nr. 9 und 10⁺ angegebenen Fällen wird demnach wahrscheinlich auch ein Erguss vorliegen. Auffällig ist, dass in beiden Fällen kein Anhalt für eine stärkere Coxarthrose nachweisbar ist, obwohl die Patienten über starke Bewegungsschmerzen im Hüftgelenk klagten. Im Fall Nr. 10 lag jedoch gleichzeitig ein frischer PCP-Schub vor, der ebenfalls im linken Kniegelenk zu einem Erguss führte. Der Nachweis eines Gelenkergusses, der z. B. am Kniegelenk leicht zu bringen ist, kann also am Hüftgelenk, will man auf eine Punktion verzichten, nur mit der beschriebenen Technik durchgeführt werden.

Einen wichtigen Punkt bildet bei der vorliegenden Arbeit die durch das Vacuum-Phänomen ermöglichte Beurteilbarkeit der Knorpeloberfläche, wozu aus bereits erwähnten anatomischen Gründen nur der Randschatten des Kopfknorpels herangezogen werden kann. Es stellt sich die Frage, ob an ihm pathologische Veränderungen abgelesen werden können.

Im allgemeinen gehen die röntgenologischen Coxarthrosezeichen den klinischen voraus, wobei eine Verschmälерung des röntgenologischen Gelenkspaltes oft später als die anderen Zeichen sichtbar ist. Histologisch ist der arthrotische Knorpel jedoch schon frühzeitig verändert, die oberflächliche Schicht desquaminiert, und in der Mittelschicht kommt es unter anderem zur Bildung von sogenannten Weichselbaum'schen Lakunen. Makroskopisch verliert der Knorpel bald sein glänzendes Aussehen, wird aufgeraut und samtartig; schliesslich schwindet er immer mehr und lässt nur Inseln von neugebildetem Knorpel zurück, die das Aussehen von Tapeziernägeln haben.

Solche Veränderungen können jedoch auf dem Röntgenbild, trotz guter Knorpeldarstellung in der Regel nicht nachgewiesen werden. Eine gewisse Rauigkeit des Knorpelrandschattens zeigt sich zwar bei einigen Hüftgelenken der Gruppe 3, und bei einer Patientin stellt sich auch eine grössere Unregelmässigkeit der Knorpeloberfläche dar⁺, insgesamt kann aber kein Zusammenhang zwischen sichtbaren Knorpeldestruktionen gesehen werden, wie diese auch keine zutreffende Aussage über das Ausmass der von den Patienten empfundenen Beschwerden zulassen.

Zumindest für die primären Coxarthrosen ist demnach dieses Untersuchungsverfahren kaum von grösserem Wert. Eine Ausnahme könnten vielleicht die hier nicht untersuchten, sekundären und unter diesen vor allem die posttraumatischen Coxarthrosen bilden, die einen schnelleren klinischen Verlauf haben und bei denen Knorpelschäden viel eher auftreten.

Zusammenfassend ist also zu bemerken, dass das provozierte Vacuum-Phänomen, so eindrucksvolle Bilder es beim normalen Hüftgelenk auch liefert, in der Regel keinen wesentlichen Beitrag zu der Diagnostik von Coxopathien liefert, wobei einige Ausnahmen wie z. B. die durch diese Technik mögliche Feststellung eines Hüftgelenksergusses, gelten mögen.

V. Zusammenfassung

Das seit Anfang dieses Jahrhunderts bekannte Vacuum-Phänomen in den Gelenken, das sich sonst nur selten provozieren lässt, sollte am menschlichen Hüftgelenk untersucht werden. Es galt nach Möglichkeit, seine Natur zu klären und eine Technik zu suchen, mit der es am optimalsten dargestellt werden kann.

Es wurden drei Personengruppen untersucht: jugendliche Normalpersonen, ältere Probanden ohne Beschwerden und Patienten mit deutlichen Gelenkschmerzen. Wenn möglich, sollten unter anderem eventuell sichtbare Knorpeldestruktionen bei der letzten Gruppe einen Beitrag zur Diagnostik von Coxopathien liefern.

Es kam zu folgenden Ergebnissen:

1. Das Vacuum-Phänomen wird sehr wahrscheinlich durch einen Unterdruck im Gelenkspalt hervorgerufen, der zur Freisetzung von physikalisch gelösten Gasen und von Wasserdampf aus der Umgebung führt.
2. Im Gegensatz zu allen anderen grossen Gelenken lässt sich ein Vacuum-Phänomen am Hüftgelenk, bedingt durch anatomische Eigenheiten, bei der überwiegenden Zahl der Probanden nachweisen, wobei allerdings beträchtliche Zugkräfte aufgewendet werden müssen.
3. Ein zentrales Muskelrelaxans wie Guajakolglyzerinäther verringert diese benötigte Kraft kaum.
4. Eine durch Zug hervorgerufene Gelenkspalterweiterung ruft am normalen Hüftgelenk immer ein Vacuum-Phänomen

hervor. Eine Erweiterung ohne Aufhellung ist be-
weisend für einen Gelenkerguss.

5. Bei stark fortgeschrittenen Coxopathien kann eine zur Knorpeldarstellung erforderliche Erweiterung des Gelenkspaltes deutlich schwerer oder gar nicht erreicht werden.
6. Sichtbare Knorpelveränderungen lassen sich bei primären Coxarthrosen auch bei guter Darstellung des Knorpelrandschattens in der Regel nicht nachweisen.

Tabelle 1

Proband / Geschlecht	Alter	röntgen. Spalt		Erweiterung		Knorpeldicke		Zugkraft o. Relax.		Zugkraft m. Relax.	
		re	li	re	li	re	li	re	li	re	li
1. weibl.	23	5	5	7	-	2,5	-				
2. männl.	25	4	5	7	12	2,5	2,5	45	35	40	35
3. weibl.	26	5	4	3	4	2,5	2				
4. männl.	27	5	5	4	6	2	2				
5. männl.	27	5	5	-	6	-	2	70 ⁺	35		
6. männl.	27	5	5	5	4	2	2,5				
7. männl.	28	5	5	10	4	2	2	50	40	45	35
8. männl.	29	4	5	5	6	3	3				
9. männl.	29	5	5	4	-	2,5	-				
10. weibl.	30	5	5	-	4	-	2				
11. männl.	31	5	5	5	3	3	2,5				
12. weibl.	32	5	4	-	6	-	2	60 ⁺	30	60 ⁺	30
13. weibl.	33	4	4	4	7	2	2	25	30		
14. männl.	33	5	4	5	6	2,5	2				
15. männl.	34	5	5	3	2	3	3				

+ bei diesem Wert wurde der Versuch abgebrochen, ohne dass eine Distraction erreicht wurde.

Tabelle 2

Proband / Geschlecht	Alter	röntgen. Spalt re li	Erweiterung re li	Knorpeldicke re li	Zugkraft re li
1. weibl.	67	5	4	5	1
2. weibl.	68	5	5	7	-
3. männl.	69	6	5	11	-
4. männl.	69	7	6	1	6
5. weibl.	69	5	5	2	1
6. männl.	71	5	4	1	-
7. männl.	71	5	5	1	-
8. männl.	73	6	6	2	3
9. weibl.	73	5	4	-	2
10. weibl.	73	4	5	8	4
11. männl.	74	5	5	1	-
12. weibl.	75	5	6	4	3
13. männl.	78	6	5	-	2
14. weibl.	80	5	6	-	-
15. männl.	85	6	5	6	2
				3	3

+ bei diesem Wert wurde der Versuch abgebrochen, ohne dass eine Distraction erreicht wurde.

Tabelle 3

Proband / Geschlecht	Alter	röntgen. Spalt		Erweiterung		Knorpeldicke	
		re	li	re	li	re	li
1. weibl.	34	◀1	5	-	-	-	-
2. weibl.	54	4	◀1	2	◀1	2,5	0
3. männl.	63	5	4	5	6	3	2
4. männl.	64	5	5	5	7	3	2,5
5. männl.	65	6	6	2	-	3	-
6. männl.	66	5	5	1	1	2,5	3
7. weibl.	70	4	4	1	2	2	2
8. weibl.	70	◀1	6	-	4	-	3
9. männl.	71	5	6	2 ⁺	-	-	-
10. weibl.	71	5	5	4	2 ⁺	2	-
11. männl.	73	◀1	◀1	-	1	-	0
12. weibl.	73	◀1	1	1	-	0	-

+ Erweiterung des Gelenkspaltes ohne Vacuum-Phänomen

Tabelle 4

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3
untersuchte Hüftgelenke	30	30	24
Alter der Probanden			
Mittelwert	29	73	64 Jahre
Verteilung	23 - 34	67 - 85	34 - 73 "
röntgenolog. Spalt			
Mittelwert	4,7	5,3	3,8 mm
Verteilung	4 - 5	4 - 7	1 - 6 mm
Erweiterung 1 mm	25	21	16
Mittelwert	5,3	3,5	2,8 mm
Verteilung	2 - 12	1 - 11	1 - 7 mm
Erweiterung ohne Vacuum-Phänomen	0	0	2
Knorpeldicke			
Mittelwert	2,4	2,8	2,2 mm
Verteilung	2 - 3	2 - 4	0 - 3 mm
erforderliche Kraft ⁺			
Mittelwert	36,25	42	kp
Verteilung	25 - 50	30 - 50	ca. 50 - 70 kp
Erleichterung durch Relax.			
Mittelwert	3		kp
Verteilung	0 - 5		kp

+ es wurden nur Werte berücksichtigt, bei denen eine
Distraction erreicht wurde.



Abb. 1 a Die Haltevorrichtung



Abb. 1 b Versuchsanordnung

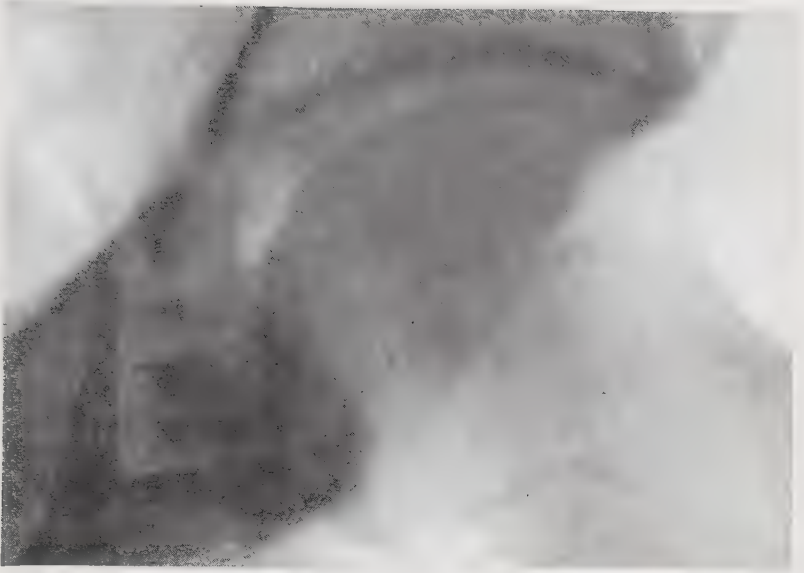




Abb. 3

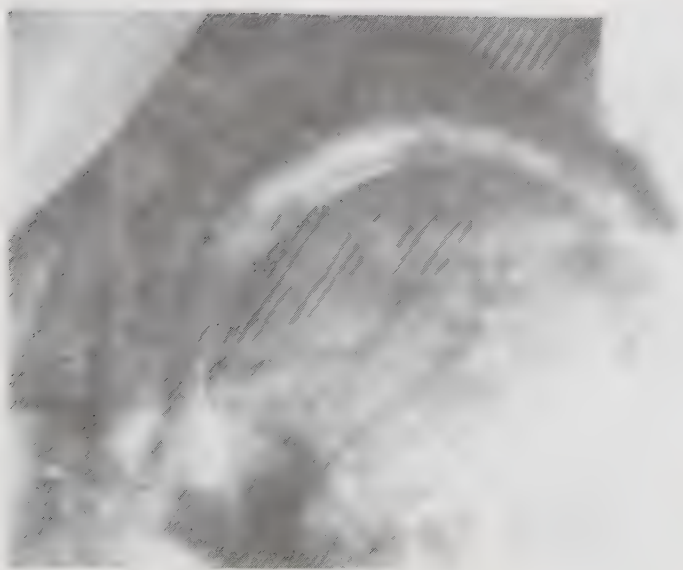




Abb. 5

Literaturverzeichnis

1. Berwind, U. :

Über die röntgenologische Darstellung des
wirklichen Kniegelenkspaltes
Inaugural-Dissertation an der Med. Fakultät
der F. U. Berlin (1955)

2. Caroit, M., Djian, A., Normandin, C.
und S. de Sèze:

Deux cas de capsulite rétractile de la hanche
Rev. Rhum., 30, 784 (1936)

3. Dale, T. :

Ny metode til røntgenundersøkelse symphysis
ossium pubis hos kvinner
Norsk Mag. f. Laegevidensk, 91, 782 (1930)

4. Dittmar, O. :

Der Kniegelenksmeniskus im Röntgenbilde
Röntgenpraxis 4, 442 (1932)

5. Evans, W. A., jr. :

The Roentgenological Demonstration of the
True Articular Space
Am. J. Roentgenol., 43, 860 (1940)

6. Felsenreich, F. :

Darstellung des verletzten Meniskus medialis
im Roentgenbild bei veralteter Kreuzband- und
Seitenbandverletzung
Röntgenpraxis 7, 331 (1935)

7. Fick, R. :

Handbuch der Anatomie und Mechanik der
Gelenke, Teil II
Gustav Fischer Verlag, Jena (1910)

8. Fuiks, D. M. und C. E. Grayson:

Vacuum Pneumarthrography and the Spontaneous
Occurrence of Gas in the Joint Spaces
J. Bone & Surg. 32 - A, 933 (1950)

9. Glogowski, G. :

Die Muskelrelaxantien in der operativen
Orthopädie und Unfallversorgung
Zschr. f. Orthopädie und Grenzgebiete 82, 4:
614 (1952)

10. Grashey, R. :

Sichtbarer Schultergelenkspalt
Röntgenpraxis 5, 700 (1933)

11. Gyarmati, J. und L. Erdélyi:

Das sogenannte Vacuumphänomen des
kindlichen Hüftgelenkes
Z. Orthop. 104, 375 (1968)

12. Hippe, H. und K. Hähle:

Zur Frage des wahren Gelenkspaltes
Röntgenpraxis 7, 98 (1936)

13. Kliemann, L. :

Die spontane Abbildung des wirklichen
Kniegelenkspaltes
Fortschr. Röntgenstr. 76, 602 (1952)

14. Knutson, F. :

The Vacuum Phenomen in the Intervertebral
Discs.

Act. Radiol. 23, 173 (1942)

15. Kuschinsky, G. und H. Lüllmann:

Lehrbuch der Pharmakologie 3. Auflage S. 108
Verlag Georg Thieme Stuttgart (1967)

16. Layani, F., Cordier, F., Garnier, H., Roeser, G.
und J. Paquet:

L'appareil musculo-tendineux périarticulaire
dans les coxarthroses. Etude clinique, electro-
graphique, histologique. Deductions thérapeutique, :
opération mobilisatrice selon la technique de Voss
Rhumatologie, 11, 223 (1959)

17. Löhr, R. und W. Hellpap:

Der Kniegelenkspalt im Röntgenbild
Fortschr. Röntgenstr. 58, 45 (1938)

18. Magnusson, W. :

Über die Bedingungen des Hervortretens der
wirklichen Gelenkspalte auf dem Röntgenbilde
Acta Radiol. 18, 733 (1937)

19. Mardersteig:

Spaltförmige Aufhellung in Zwischenwirbelscheiben
Fortschr. Röntgenstr. 52, 278 (1935)

20. Martel, W. u. A. K. Poznanski:

The Value of the Traction During Roentgeno-
graphy of the Hip
Radiology 94, 497 (1970)

21. Martel, W. u. A. K. Poznanski:
The Effect of Traction on the Hip in Osteonecrosis
Radiology 94, 505 (1970)
22. Nordheim, Y. :
Eine neue Methode, den Gelenkknorpel, besonders die Kniegelenksmenisken, röntgenologisch darzustellen
Fortschr. Röntgenstr. 57, 479 (1938)
23. Oláh, J. :
Über das sog. "Vacuum-Phänomen" nach Syndesmophytenbruch
Fortschr. Röntgenstr. 180, 71 (1971)
24. v. Pannewitz:
Sichtbarwerden des wahren Gelenkspaltes bei Arthritits deformans
Röntgenpraxis 5, 809 (1933)
25. Ravelli, A. :
Das Vacuumphänomen (Ficksches Zeichen)
Fortschr. Röntgenstr. 83, 236 (1955)
26. Seyss, R. :
Das Vacuumphänomen im Bereich des Hüftgelenkes
Fortschr. Röntgenstr. 90, 140 (1959)
27. Sieglbauer, F. :
Lehrbuch der normalen Anatomie des Menschen
Verlag Urban u. Schwarzenberg Wien (1963)

28. Thomas, S. F. und O. L. Williams:

High - Altitude Joint Pains (bends) : Their
Roentgenographic Aspects
Radiology 44, 259 (1945)

29. Weber, Gebrüder:

zitiert von R. Fick siehe 7

30. Widmann, B. P. und W. R. Stecher:

Roentgenographic Demonstration of the True
Articular Space
Radiology 27, 541 (1936)

Am Schluss dieser Arbeit sei es mir erlaubt,
Herrn Prof. Dr. med. Heinz Oeser für die
freundliche Überlassung des Themas, sowie für
das stetige Interesse am Fortgang der Bearbeitung
zu danken.

Mein herzlicher Dank gilt Herrn Dr. med. Peter Wöllgens
für seine wertvollen Hinweise und stetige Unterstützung.

Lebenslauf

Als drittes Kind des Ingenieurs Walter Preussler und seiner Ehefrau Hildegard, geb. Schmidt, wurde ich am 11. Juni 1943 in Berlin geboren.

Von 1950 bis 1956 besuchte ich die 6. Grundschule in Berlin-Neukölln; danach besuchte ich bis zur Reifeprüfung 1963 das Albrecht-Dürer-Gymnasium in Berlin-Neukölln. Im selben Jahr wurde ich an der Freien Universität Berlin in der Medizinischen Fakultät immatrikuliert. Ich habe dort 1964 die naturwissenschaftliche Vorprüfung, 1966 die ärztliche Vorprüfung und 1970 die ärztliche Prüfung abgelegt. Meine Eheschliessung erfolgte im September 1966. Mein Sohn wurde 1967 und meine Tochter 1969 geboren.

Als Medizinalassistent habe ich 1970 auf der I. Inneren Abteilung des Städt. Krankenhauses am Kreuzberg und auf der II. Chirurgischen Abteilung des Städt. Urban-Krankenhauses in Berlin-Kreuzberg gearbeitet. Weitere vier Monate war ich auf der gynäkologischen Abteilung im Klinikum Steglitz als Medizinalassistent tätig.

Am 3. Mai 1971 erhielt ich die Approbation als Arzt. Seitdem bin ich auf der chirurgischen Abteilung des Städt. Krankenhauses Neukölln als Assistenzarzt tätig.

Druck:

Der Präsident der Freien Universität Berlin

- Universitätsdruckerei -

1 Berlin 41, Kelchstraße 31

